

SVERIGE



PATENT- OCH  
REGISTRERINGSVERKET

UTLÄGGNINGSSKRIFT nr 337 227

Int Cl F 25 b 21/02 kl. 18 a 20

Pans. nr 16079/69 Inkom den 24 XI 1969

Gildighetsdag den 24 XI 1969

Ans. allmänt tillgänglig den 25 V 1971

Ans. utlagd och utläggnings-  
skriften publicerad den 2 VIII 1971

Prioritet ej begärd

ALLMÄNNA SVENSKA ELEKTRISKA AB, VÄSTERÅS

Uppfinnare: M Widakowich, Bromma

Ombud: B Ohman

Termoelektrisk värmepump

5  
Föreliggande uppfinning avser en termoelektrisk värmepump, innefattande ett  
termoelement, bestående av en kropp av ett halvledande material, som är an-  
bringat mellan en första och en andra termobrygga i god elektrisk och ter-  
misk kontakt med dessa, varvid termobryggorna är utbildade som värmeväxlings-  
organ, och tryckalstrande organ är anordnade att på termobryggorna utöva en  
mot halvledarkroppen riktad kraft. Anordningar av detta slag är väl kända och  
kan användas för överföring av värmeenergi från ett medium till ett annat. En  
anordning för kylning av en luftström kan t.ex. bestå av en vägg av isoleran-  
de material, vilken är försedd med genomgående hål, i vilka termoelementen  
är anbringade. Varje element är på den ena sidan av väggen termiskt och elek-  
triskt förbundet med en termobrygga och på den andra sidan av väggen med en  
annan termobrygga, och detta på sådant sätt att varje termobrygga står i kon-  
takt med två element. Av dessa båda element är alltid det ena P-ledande och  
det andra N-ledande. Elementen och bryggorna utgör härigenom i elektriskt av-  
seende en seriekoppling. Om en likström bringas att flyta genom denna koppling,  
flyter den alltså i tur och ordning genom en brygga, ett P-element, en brygga,  
ett N-element, en brygga, ett P-element osv. Därvid strävar elementen att alst-  
ra en temperaturskillnad mellan bryggorna på sådant sätt att bryggorna på väg-  
gens ena sida (den varma sidan) får högre temperatur än bryggorna på den and-  
ra sidan (den kalla sidan). Termobryggorna är på känt sätt utformade som vär-  
meväxlingsorgan, t.ex. med kylflänsar för värmeutbyte med den omgivande luf-

Dupl. kl. 21 b:27/02

BEST AVAILABLE COPY

337227

2

ten. Den luftström som skall kylas bringas att passera förbi kylflänsarna på den kalla sidan och avger värme till dessa. Värmen transporteras genom elementen till bryggorna på den varma sidan och avges där till en kylluftström.

- 5 Som värmeupptagande eller -avgivande medium kan givetvis på endera eller båda sidorna andra gaser, vätskor eller fasta kroppar användas.

- 10 Det är väl känt, att termoelementen, vilka kan bestå av en eller flera halvledarkroppar, ofta inlöddas mellan brickor eller klotsar av koppar eller dylikt, genom lödning kan förbindas med termobryggorna på ömse sidor om elementet. Härigenom erhålles ett mycket lågt elektriskt och termiskt övergångsmotstånd mellan element och resp. brygga. Flera nackdelar finns emellertid. Tillverkningen av en enhet med ett större antal element blir komplicerad på grund av de många lödningarna, vilka äger rum på svåråtkomliga ställen.
- 15 Ett utbyte av ett enda havererat element blir svårt eller omöjligt och hela enheten måste i detta fall kasseras eller utsättas för en komplicerad och tidskrävande demontering med åtföljande reparation och hopmontering. Vidare utsätts halvledarkropparna vid vibrationer och vid temperaturvariationer på grund av de stela lödförbindningarna lätt för så stora mekaniska påkänningar att de förstörs.

- 20 Det är vidare väl känt, att dessa nackdelar kan helt undgås eller väsentligt minskas genom att slopa de lödda förbindningarna och i stället anbringa termoelementen i tryckkontakt med termobryggorna, dvs. anordna t.ex. bultorgan, som klämmer fast varje element mellan två bryggor. Härigenom kan en mycket stabil uppbyggnad fås, vilken är lätt att montera vid tillverkningen och
- 25 lätt att demontera för utbyte av ett havererat element. I det senare fallet behöver dessutom för byte av ett element endast en termobrygga lossas. Vidare utsätts elementen endast för tryckpåkänningar, vilket de väl tål, däremot ej för de för halvledarkropparna farliga dragpåkänningar. Däremot har en tryckkontakt högre elektriskt och termiskt övergångsmotstånd än en lödd kontakt, vilket vid många tillämpningar utgör en väsentlig nackdel.
- 30

- Övergångsmotståndet vid den kalla sidan ger upphov till en elektrisk förlusteffekt, vilken måste kylas bort, dvs. transporteras till den varma sidan, och alltså minskar den tillgängliga totala kyleffekten. Motsvarande förluster på den varma sidan orsakar ett ökat temperaturfall mellan halvledarens varma sida och det på denna sida använda kylmediet och därigenom
- 35 högre krav på temperaturdifferensen i halvledaren.

Det termiska övergångsmotståndet ökar temperaturfallet mellan halvledar-  
elementet och det medium som skall kylas (på den kalla sidan) resp. kylmediet  
(på den varma sidan). Därför ökar skillnaden mellan temperaturdifferensen  
mellan halvledarens ändar å ena sidan och temperaturdifferensen mellan det  
5 kylta mediet och kylmediet å andra sidan, vilket antingen ökar kravet på den  
temperaturdifferens halvledaren måste upprätthålla, eller också minskar den  
totala temperaturskillnad som kylanordningen vid ett visst värmefflöde kan  
upprätthålla mellan de båda medierna. Det är alltså av stor vikt att i möj-  
ligaste mån nedbringa nämnda förluster och temperaturfall, helst med bibehål-  
10 lande av de likaledes väsentliga fördelarna hos tryckkontakten.

Vid en kylanordning enligt uppfinningen uppnås detta resultat i hög grad och  
på ett oväntat och förut ej känt sätt. En anordning enligt uppfinningen kän-  
netecknas av att halvledarkroppen är genom lödning förbunden med nämnda förs-  
ta termobrygga, men står i förbindelse med nämnda andra termobrygga endast  
15 genom den av nämnda kraft orsakade tryckkontakten, varvid nämnda andra termo-  
brygga är den, som vid drift av anordningen genomflytes av en från halvledar-  
kroppen riktad värmeström. Härigenom fås tryckkontaktens alla fördelar, näm-  
ligen en mycket robust uppbyggnad, enkel tillverkning, möjlighet till enkelt  
utbyte av enstaka skadade element, jämte andra fördelar som nedan skall be-  
20 skrivas. Vidare bibehålles större delen av de fördelar (låga förluster och  
temperaturfall) som de på båda sidor lödda elementen har. Man skulle kunna  
vänta sig att kontakten på den varma sidan borde löddas eftersom denna genom-  
flytes av ett större värmefflöde än den kalla sidans kontakt. Det har emeller-  
tid oväntat visat sig, att tvärtom lödning av den kalla sidans kontakt ger  
25 väsentliga fördelar, bl.a. därför att förlusteffekten i denna kontakt direkt  
minskar anordningens tillgängliga totala kyleffekt.

De till värmeväxlingsorgan utbildade termobryggorna utföres företrädesvis i  
aluminium. De bryggor till vilka termoelementen skall löddas måste därvid för-  
ses med en för lödning lämplig yta. Exempelvis kan en kopparklots ingjutas  
30 eller inpressas i bryggan vid varje element, eller också kan bryggans mot  
elementet vända yta medelst galvanisering, flam- eller ljusbågsprutning  
eller på kemisk väg beläggas med ett skikt av zink, nickel, koppar eller  
dylikt. Vid de bryggor, vilka skall stå i tryckkontakt med elementen före-  
ligger på grund av aluminiums benägenhet att bilda ett oxidskikt på ytan  
ett motsvarande behov av en lämplig ytbehandling, vilken kan bestå av ett  
35 tunt skikt av exempelvis zink, nickel, aluminiumbrons etc.

Ytskiktet av beskrivet slag får dock starkt försämrad vidhäftning vid lång-  
tidsdrift på grund av korrosion. Korrosionen orsakas av kondens, och upp-

träder därför endast, eller i helt övervägande grad, på bryggorna på den kalla sidan. Den kan undvikas genom anbringande av en lämplig skyddslack, t.ex. en polyuretanlack. Genom att vid en värmepump enligt uppfinningen elementen är lödda vid de kalla bryggorna kan lackeringen synnerligen enkelt utföras, och görs då efter lödningen, man lämpligen före hopmonteringen.

Vid en tryckkontakt bör lackeringen emellertid göras efter hopsättningen, vilket som regel är svårt eller omöjligt på grund av bristande åtkomlighet. Även om den kan göras har dock en skyddslack av vanlig typ en väsentlig nackdel i det att den förhindrar den vid en tryckkontakt önskvärda rörelsefriheten mellan element och bryggan. Vid en anordning enligt uppfinningen är emellertid en skyddslackering vid tryckkontaktförbindningarna i allmänhet ej nödvändig, eftersom tryckkontakter endast finns vid de varma bryggorna, där inget eller ringa kondens uppträder, och där därför korrosionsproblemen som regel är försumbara. Detta utgör en väsentlig fördel hos anordningen enligt uppfinningen.

Genom tyska utläggningsskriften DAS 1 195 382 är visserligen en termoelektrisk generator känd, vid vilken elementen står i tryckkontakt med de varma och är lödda vid de kalla bryggorna. Vid en sådan generator ligger dock helt andra överväganden till grund för utformningen än vid en värmepump enligt uppfinningen, eftersom målsättningarna är helt olika. Vidare arbetar den beskrivna generatoren med en temperaturskillnad av en helt annan storleksordning (förbränningsgaser på varma sidan) än en kylanordning enligt uppfinningen, och smärre temperaturfall i kontakterna spelar därför en försumbar roll. Vidare är i nämnda generator ett isolerskikt (31 i fig. 4) anbringat mellan värmeväxlingsorganet 30 och termobryggorna 32 och även jämfört med temperaturfallet i detta skikt torde temperaturfallet i kontakterna vara av mindre betydelse.

Fig. 1 visar en del av en kylanordning enligt uppfinningen. I en vägg 1 av ett lämpligt material med goda värmeisolerande egenskaper och acceptabel styvhet är i genomgående hål halvledarelement anordnade, av vilka två är visade. Vart och ett består av en kropp 2 av t.ex. vismuttellurid, i det ena elementet P-dopad och i det andra N-dopad. Kroppen 2 är på sin ena sida med ett vismut-tenn-löd 3 förbunden med en kopparklots 4, och på sin andra sida med ett liknande lödskikt 5 förbunden med en termobrygga 6 (den kalla bryggan) av aluminium, vilken före lödningen för att underlätta denna är belagd med ett skikt av nickel, koppar eller någon annan lämplig metall, t.ex. genom elektrolys, flam- eller ljusbågsprutning. Efter lödningen belägges lämpli-

gen kylkroppen och själva lödfogen med ett skyddsskikt, t.ex. en skyddsläck, varigenom korrosion förhindras. Korrosion uppträder annars mycket gärna just på den kalla sidan, då där oftast p.g.a. kondensation finns fuktighet utfälld. Vid tryckkontakt har det också varit mycket svårt att där förhindra korrosion, då ett skyddsskikt antingen brister p.g.a. rörelser mellan element och brygga eller också hindrar den önskvärda rörelsefriheten. Kopparklotsen 4 står i tryckkontakt med termobryggan 7 på den varma sidan. Den är likaledes utförd av aluminium och dess kontaktyta med kopparklotsen 4 är lämpligen belagd med ett skikt av någon lämplig metall, t.ex. aluminiumbrons. Eventuellt kan samma metaller användas som på den kalla bryggan, men en mycket mjuk metall, som t.ex. indium, har visat sig ge en tryckkontakt med väsentligt lägre elektriskt (och termiskt) övergångsmotstånd än de metaller som tidigare nämnts. Icke visade tryckorgan, t.ex. en bult med fjäderelement på varje sida om varje halvledarelement, ger den nödvändiga tryckkraften (antyd med F i fig.) och håller samman enhetens alla element och bryggor till en mycket robust och i huvudsak självbärande enhet. Bryggorna 6 och 7 är försedda med kylflänsar. Den luftström, som passerar förbi de kalla bryggorna 6 på skivans i fig. undre sida avger värme till dessa, varvid luften kyles. Denna värme avges tillsammans med förlusteffekten via de varma bryggorna 7 till en förbi dessa på skivans övre sida flytande kylluftström, som därvid uppvärms. Termobryggorna kan givetvis alternativt vara utformade för värmeutbyte med flytande medier eller fasta kroppar.

Eventuellt kan ett icke hårdnande skyddsskikt, t.ex. kiselgummi, anbringas på termobryggorna 7 på den varma sidan för att få ett skydd mot trots allt eventuellt uppträdande korrosionsproblem. Detta skyddsskikt måste appliceras efter hopmonteringen, vilket på grund av bristande åtkomlighet kan erbjuda väsentliga problem.

Enligt en utföringsform av uppfinningen kan emellertid den isolerande väggen 1 utföras som en sandwichkonstruktion av t.ex. två tunna skivor av glasfiberarmerad plast med mellanliggande isolerande fyllnadsmaterial. Vid monteringen anbringas de båda nämnda skivorna på plats mellan termobryggorna, men utan fyllnadsmaterial. Skivorna, som tillsammans har ringa tjocklek, kan då efter monteringen föras mot den ena eller andra bryggan, vilket ger god åtkomlighet för anbringande av de nämnda skyddsskikten. Till slut föres skivorna isär och ett skumplastmaterial sprutas in mellan dem och får stelna (härda), varvid en vägg med god hållfasthet och goda isolerande egenskaper erhålles.

En annan utföringsform av uppfinningen visas i fig. 2, där hänvisningsbeteckningarna överensstämmer med de i fig. 1. Enligt denna utföringsform utföres

5 varje kylkropp 6 på den kalla sidan med en ansats 6' mitt för varje halvledarelement. Ansatsen har i huvudsak samma tvärsnitt som det hål i väggen 1, i vilket elementet är anbringat. Dess höjd är så avpassad, att summan av nämnda höjd och tjockleken av halvledarelementet 2, 3, 4 är något större än tjockleken hos väggen 1. Ansatsens övre yta förses på tidigare känt sätt med ett för lödning lämpligt ytskikt, eller eventuellt med en inpressad, ingjuten eller fastlödd kontaktkropp, t.ex. av koppar. Alternativt kan ansatsen inpressas i eller ompressas med en ihålig hätta av t.ex. koppar, vilken då omsluter ansatsens mot halvledarelementet vända yta samt åtminstone en del av ansatsens sidoytor. Denna utföringsform ger ökad hållfasthet och minskad deformationsrisk hos ansatsen, vilket kan vara önskvärt på grund av den vid tryckkontakt nödvändiga stora tryckpåkänningen. Eventuellt kan hela ansatsen utgöras av en vid kylkroppen 6 fastlödd kopparklots.

10 Ansatsens tvärsnitt görs lämpligen något större än halvledarelementets tvärsnitt, vilket ger ett gott skydd mot skadliga påkänningar på halvledarkroppen 2 under monteringen.

20 Vid montering löds lämpligen först elementen 2, 3, 4 vid ansatserna 6' med hjälp av ett lämpligt lod 5. Ansatsen 6' och eventuellt elementet kan därefter förses med ett skyddsskikt på deras vid lödstället belägna ytor, t.ex. en polyuretanlack. Därefter anbringas kylkropparna 6 med ansatserna 6' och elementen 2, 3, 4 införda i hålen i väggen 1. Genom att dels ansatsens tvärsnitt är något större än elementets, dels ansatsen möjliggör att kontaktklotsen 4 kan göras mycket tunn, exempelvis 0,5 - 1 mm, blir påkänningarna på halvledarkroppen 2 små eller inga under införandet, vilket eliminerar en vid tidigare konstruktioner ej ovanlig felkälla. Efter denna operation skjuter kontaktklotsens 4 övre yta ut ovanför väggens 1 övre yta och är mycket lätt åtkomlig för den noggranna rengöring som är väsentlig för erhållandet av en god tryckkontakt. Detta är en väsentlig fördel jämfört med sådana tidigare kända konstruktioner där tryckkontaktytan är belägen inuti väggen.

30 Till sist anbringas kylkropparna 7 på den varma sidan medelst de tryckalstrande organen i tryckkontakt med kontaktklotsarna 4.

35 Konstruktioner är tidigare kända, där mellan båda kylkropparna 6 och 7 och halvledarkroppen 2 finns ungefär lika höga ansatser eller kontaktklotsar, varvid själva halvledarkroppen alltså är belägen ungefär mitt i väggen. Förutom de tidigare nämnda fördelarna med utföringsformen enligt fig. 2 (inga eller små påkänningar vid montering, möjlighet till enkel rengöring av tryckkontaktytan) uppvisar denna utföringsform jämfört med dessa tidigare kända konstruktioner följande väsentliga fördelar.

Dels erhålles kortast möjliga väg på den varma sidan för den elektriska strömmen, som i regel är hög (hundratals ampere). På grund av den lägre temperaturen på den kalla sidan är resistiviteten där ej oväsentligt lägre, och man erhåller alltså minsta möjliga strömvärme-förluster.

- 5 Dels erhålles kortast möjliga väg på den varma sidan för värme-strömmen, som på den varma sidan är mycket högre (pumpad effekt plus förluster) än på den kalla sidan (endaast pumpad effekt). Härigenom uppnås lägsta möjliga värde på det av värme-strömmen orsakade skadliga temperaturfallet i kyl-kropparna (inklusive kontaktklotsar).
- 10 Kylkropparna 6 pressgjutes eller dylikt lämpligen vid anordningen enligt fig. 2 i ett enda stycke tillsammans med ansatserna 6' av aluminium eller någon lämplig lättmetalllegering.
- 15 Lämpligen utföres anordningen så, att ett stort antal termoelement blir seriekopplade, och anslutes till en likströmskälla. Dennes polaritet väljes därvid så att de termobryggor, vid vilka elementen är lödda, utgör de kalla bryggorna.

#### PATENTKRAV

1. Termoelektrisk värme-pump, innefattande ett termoelement, bestående av en kropp (2) av ett halvledande material, som är anbringad mellan en första (6) och en andra (7) termobrygga i god elektrisk och termisk kontakt med dessa, varvid termobryggorna är utbildade som värmevärlingsorgan, och tryck-alstrande organ är anordnade att på termobryggorna utöva en mot halvledarkroppen (2) riktad kraft, k ä n n e t e o k n a d därav, att halvledarkroppen är genom lödning förbunden med nämnda första termobrygga (6), men står i förbindelse med nämnda andra termobrygga (7) endast genom den av nämnda kraft orsakade tryckkontakten, varvid nämnda andra termobrygga (7) är den, som vid drift av anordningen genomflytes av en från halvledarkroppen riktad värme-ström.

2. Termoelektrisk värme-pump enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att en kontaktklots (4) av en metall med god elektrisk och termisk ledningsförmåga är anbragt mellan halvledarkroppen (2) och den andra termobryggan (7).

3. Termoelektrisk värme-pump enligt patentkrav 1, k ä n n e t e o k n a d därav, att en skyddsläsk är anbringad på den nämnda första termobryggan (6) invid halvledarkroppen.

4. Termoelektrisk värmepump enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att ett skikt av indium är anbringat mellan nämnda andra termobrygga (7) och halvledarkroppen (2).

5. Termoelektrisk värmepump enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att ett skyddsskikt av ett icke hårdnande material, såsom kiselgummi, är anbringat på nämnda andra termobrygga (7) invid halvledarkroppen (2).

ANFÖRDA PUBLIKATIONER:

Sverige 200 272 (17 a:20)

Tyskland 1 040 054 (17 a:20)

USA 3 302 414 (62-3), 3 360 942 (62-3), 3 412 566 (62-3)



337227

Fig. 1

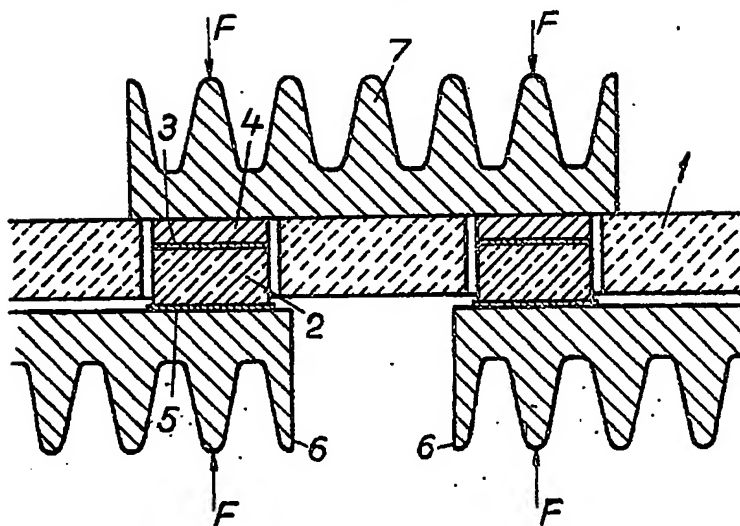


Fig. 2

